



HTC Vive Cosmos Elite © 2020 HTC Corporation.

Sanal Gerçeklik: Sanal ve Gerçek Dünyaların Sınır Bölgesi

Arş. Gör. Oğuz Orkun Doma

İTÜ Mimarlık Fakültesi
Mimarlık Bölümü

“ Video oyunları, oyunlaştırma ve ciddi oyunlar söz konusu olduğunda, artırılmış ve sanal gerçeklik teknolojileri son yıllarda daha fazla gündeme geliyor. Gelin, sanal ve gerçek dünyaların arasında giderek öne çıkarken hudutları belirsizleşmeye başlayan bu sınır bölgesinde bir gezintiye çıkalım. ”

Mesainiz bir sanal gerçeklik gözlüğünü takarak başlıyor. Yazışmalarınız, haberler, saat ve hava durumu gibi ekranlarda parmağınızla dokunup kaydırarak görmeye alıştığınız pek çok bilgi, üç boyutlu temsiller hâlinde gözünüzün önünde. Görünüşe göre toplantı vakti, dünyanın farklı noktalarında yaşayan çalışma arkadaşlarınızla, üzerinde çalıştığınız projeyi geliştirmek için aynı sanal mekânda bir araya geliyorsunuz ve herkesi avatar temsilleriyle karşınızda görüyorsunuz¹. Bu sanal mekânda, geliştirmekte olduğunuz projeye ait prototiplerin holografik görsellerini inceleyerek tartışma ve geribildirimlerde bulunuyorsunuz ve ara veriyorsunuz. Belki bu arada kısa bir belgeye göz atabilirsiniz. Bir uzay üsüdesiniz. Ay'a ayak basan ikinci astronot olan Buzz Aldrin karşınızda, size Mars'a nasıl gidileceğinden bahsediyor ve sizi Mars yüzeyinde kurulacak ilk insan kolonilerinde gezdirerek etrafınızda-

¹ Inlight Spark. 2018. Inlight Interactive. www.oculus.com/experiences/rift/866068943510454

ki teknolojileri tanıtıyor². Mesai sonrası biraz eğlenmek isterseniz, yerçekimsiz bir disk arenasında *Tron: Legacy* filmindeki disk savaşlarına benzer bir takım oyunu oynayabilir³, Alpler'e tırmanabilir⁴, ya da ışın kılıcı ile yeteneklerinizi sınavarak⁵ bir *Jedi* olmak için refleks ve algılarınızın ne kadar güçlü olduğunu görebilirsiniz. Buraya kadar anlatılanlar kulağa *Black Mirror* benzeri bir yakın gelecek bilimkurgusu gibi geliyorsa sıkı durun. Yukarıda anlatılan bütün teknolojiler ve daha fazlası gerçek, üstelik her geçen gün daha fazla kullanıcıyla buluşuyor.

1960'lı yıllarda yayınlanan orijinal *Uzay Yolu* (*Star Trek*) dizisinde Kaptan Kirk'ün *Yıldız Gemisi Atılğan* mürettebatıyla görüşmesini sağlayan *communicator* adlı kurgusal mobil cihazın ilham verdiği akıllı cep telefonu, artık bir bilimkurgu ögesi değil hayatımızın vazgeçilmez birer parçası olarak kabul ettiğimiz bir teknoloji. Sanal gerçekliğin gündelik hayatımızda akıllı telefonlar kadar yaygın bir rol oynayıp oynamayacağı şimdilik tartışmaya açık olsa da bu son derece olası görünüyor. Akıllı cep telefonlarının, bilişim sistemleri ve dijital veriyle etkileşim kurma biçimlerimize getirdiği değişimin bir benzerini sanal, artırılmış ve karma gerçeklik teknolojilerinin de getirmesi hiç de uzak bir öngörü değil. Çünkü bu teknolojilerin pek çoğu zaten hâlihazırda kullanılıyor ve gün geçtikçe geliştirilmeye devam ediliyor. Şimdilik bazı kusurları var. Donanımlar biraz büyük ve hantal, erken benimseyen kitle ve endüstriyel olarak kullanan profesyoneller haricinde de kullanıcıları çok yaygın değil. Bu hâliyle mevcut sanal ve artırılmış gerçeklik teknolojileri, 90'lı yılların cep telefonu ekosistemini anımsatıyor. Yani önümüzdeki on yıl çok heyecanlı geçeceğe benziyor.

Sanal Gerçeklik (VR) ve Artırılmış Gerçeklik (AR)

Peki sık sık karşımıza çıkmaya başlayan bu sanal gerçeklik (*virtual reality*, VR) ve artırılmış gerçeklik (*augmented reality*, AR) kavramları tam olarak neyi ifade ediyor? Sanal gerçeklik (VR), bilgisayar ile benzetimi yaratılan dijital ortamların kullanıcılar tarafından etkileşimli ve eşzamanlı olarak, ikna edici bir gerçekçilik hissi yaratacak şekilde deneyimlenmesini sağlayan bir teknolojidir. Artırılmış gerçeklik (AR) ise, mevcut fiziksel gerçekliğin bilgisayar simülasyonlu dijital nesnelere ve algılayıcı bilgilerle zenginleştirildiği bir deneyim sunar [1]. Sanal gerçeklikte simülasyonu yapılan sanal âlemin içine girersiniz. Artırılmış gerçeklikte ise simülasyonu yapılan öğeler, gerçek fiziksel görüntünün üzerine eklenir.



1939'da ortaya çıkan *View-Master* adlı stereoskoplar, günümüzde hâlâ popüler turistik hediyelik eşyalardandır.

Sanal gerçekliğin diğer simülasyon temelli gerçekliklerden farkı, kullanıcıların tümüyle simüle edilen sanal ortamı tamamen içine dâhil olarak algılamaları ve deneyimlemeleridir. Bu yönüyle VR hayal görenin bedenlen kurgusal gerçekliğin içine daldığı bir rüyaya, AR ise kurgusal öğelerin fiziksel gerçeklik üzerine bindirildiği bir halüsinasyona benzetilebilir.

Artırılmış sanallık (*augmented virtuality*), gerçek dünyadan kaydedilmiş ya da gerçek zamanlı bir akış hâlinde sağlanan görsel ve işitsel verilerin, artırılmış gerçeklikte olduğu gibi simüle edilmiş öğelerle zenginleştirilebildiği ve sanal gerçeklikteki gibi tamamen sarmalayıcı bir içindelleme deneyimlendiği gerçeklik seviyesidir. Fiziksel gerçeklik, artırılmış gerçeklik, artırılmış sanallık ve sanal gerçeklik sürekliliğinin tamamına ise karma gerçeklik (*mixed reality*, MR) adı verilir [1].

VR'in Kısa Bir Tarihi

İlk kez 20. yüzyılın başlarında bir kavram olarak ortaya atılan ve 1960'larda incelenmeye başlayan VR, aslında pek yeni bir gelişme değildir. Geçtiğimiz yıllarda gelişen bilgisayar üretimi görselleştirme teknolojilerinin imkân sağladığı fotoğraf gerçekçiliğinde grafikler, bilgisayarların artan işlemci

Buraya kadar anlatılanlar kulağa bir yakın gelecek bilimkurgusu gibi geliyorsa sıkı durun. Yukarıda anlatılan bütün teknolojiler ve daha fazlası gerçek, üstelik her geçen gün daha fazla kullanıcıyla buluşuyor.

hızı ve küçülen boyutları ve mobil ekranların yüksek piksel yoğunluğu ve yenileme hızı gibi güncel gelişmeler sayesinde VR tüketici donanımlarının finansal satın alınabilirliğinin artmasıyla, VR sadece akademik, askerî ve tıp kurumlarının AR-GE merkezlerinin duvarlarının arkasında kalan bir araştırma konusu olmaktan çıkmış, erişilebilir bir günlük teknoloji olarak popüler hâle gelmeye başlamıştır.

İzleyenlerin tüm görüş alanını doldurarak bazı tarihsel olayları veya sahneleri içindeymiş gibi hissetmelerini amaçlayan 19. yüzyıla ait panoramik resimler, deneyimleyenleri tamamen çevreleyen alternatif bir gerçeklik yaratma çabaları nedeniyle sanal gerçekliğe yönelik ilk girişim kabul edilebilir.

Günümüzde 3D sinema ve VR teknolojilerinin bel kemiğini oluşturan stereoskopik görüntü de bir 19. yüzyıl teknolojisidir. Sahnelerin iki göz açısından fotoğraflanıp stereoskop adlı gözlük benzeri bir cihaz ile beyin tarafından üç boyutlu olarak algılanabilmesi fikrinin ortaya atılması ve denemesi de yine 1800'lü yıllara rastlar. 1935'te ilk renkli fotoğraf filminin bulunmasının

² Buzz Aldrin: *Cycling Pathways to Mars*. 2017. LIFE VR. www.oculus.com/experiences/rift/1497930883561495/

³ Echo Arena. 2017. *Ready At Dawn*. www.oculus.com/experiences/rift/1369078409873402

⁴ The Climb. 2016. Crytek. www.oculus.com/experiences/rift/866068943510454

⁵ Vader Immortal. 2019. ILMxLAB. www.oculus.com/experiences/rift/2031736060288351



Sword of Damocles, 1968. Ivan Sutherland.



ardından 1939'da renkli filmlerden oluşan bir disk ile üç boyutlu (3D) görüntü sağlayan *View-Master* adlı stereoskoplar ortaya çıkmış ve günümüze kadar da varlığını sürdürmüştür. Görseldeki *View-Master*'lar, yaşadığı deneyimi ömür boyu hatırlamak ve eve dönünce dostlarıyla da paylaşmak isteyen Disneyland ve Hac gibi büyük turistik merkezlerin ziyaretçileri tarafından uzun yıllar boyunca sıklıkla satın alınan hediyelik eşyalardan olmuştur.

Sanal gerçeklik fikrinin kökenlerini araştırırken, asli bir gerçeklik ve bunun yansımalarından oluşan duyumsal bir tezahürler dünyası fikrinin temelini yazılı literatürde Platon'un idealar kuramı ve mağara alegorisine MÖ 4. yüzyıla kadar geri götürmemiz mümkün [2]. Bugün anladığımız şekliyle bir VR deneyimine benzeyen ilk tanıma ise 1930'larda yazılan bir eserde rastlıyoruz. Bilimkurgu yazarı Stanley G. Weinbaum'un 1935 tarihli kısa hikâyesi *Pygmalion's Spectacles*, elf bir profesör tarafından icat edilen özel bir gözlüğü takan kişilerin kurgusal bir dünyayı hologramlar, koku, tat ve dokunma hisleriyle algılayabildiği ve hikâyede yer alan karakterlerle iletişim kurabildiği bir gerçekliği konu alıyor [3]. Bu yönüyle *Pygmalion's Spectacles*, fantastik öğeler barındıran teknolojik altyapısı uyuşmasa da kavramsal olarak sanal gerçekliğin konu edildiği ilk eserdir diyebiliriz.

1957'ye gelindiğinde sinematograf Morton Heilig, gerçek ortamlardan kaydedilen içeriğin, yalnızca görüntü ve ses değil, birden fazla duyu aracılığıyla deneyimlenebildiği kabin şeklinde oyun makine-

lerine benzer bir cihaz geliştirmeye başlar. 1962 yılında *Sensorama* adıyla patentini aldığı bu cihaz, stereo hoparlörler, stereoskopik 3D geniş açı görüntü, rüzgârı taklit eden fanlar, koku üreteçleri ve titreşimli koltuğuyla, seyircilerin kaydedilen ortamın içindeymiş gibi hissetmelerini sağlamaktadır [4]. *Sensorama*, tamamen sanal ve kurgusal bir gerçeklik yaratmamakla birlikte, izleyenlerin tamamen içinde hissedecekleri sarmalayıcı bir sinematografik deneyim sağlamayı amaçlamaktaydı.

İlk başa takılan ekranlar (head mounted display, HMD) 1960'larda geliştirilmeye başlandı. *Sensorama*'nın mucidi Morton Heilig, 1960 yılında Telesphere Mask adlı ilk HMD'yi üretti [5]. *Sensorama* gibi bu cihazda da önceden videoya kaydedilen 3D stereoskopik görüntü ve stereo sesler deneyimleniyordu. Etkileşimsiz ve statik görüntü veren bu gözlükte, herhangi bir hareket izleme özelliği bulunmuyordu. Çok geçmeden 1961 yılında Philco firması mühendisleri Charles Comeau ve James Bryan buna bir çözüm getirdi. *Headsight* adıyla geliştirdikleri cihazda, dışardaki hareketli bir güvenlik kamerasına bağlı bir video ekranı ve manyetik bir hareket izleme sistemi bulunuyordu. Kullanıcı başını çevirince eş zamanlı olarak güvenlik kamerası da dönerek doğal bir etrafa bakınma deneyimi sağlıyordu [6]. Gerçek görüntü aracılığıyla belirli bir seviyede telebulunmaya imkân sağlayan bu HMD de esasen bir VR gözlüğü değildi.

VR için belki de en heyecan verici gelişmeler 1965 sonrasında meydana geldi. 1963'te MIT'de bir doktora öğrencisiyken geliştirdiği ve *Sketchpad*

Bugün bilgisayar grafiklerinin, CAD'in ve grafik kullanıcı arayüzlerinin babası kabul edilen Ivan Sutherland, 1965'te "The Ultimate Display" kavramını tanımlayarak gerçek anlamda günümüz AR ve VR teknolojisinin temellerini attı.

adlı bilgisayar programı sayesinde bugün bilgisayar grafiklerinin, CAD'in ve grafik kullanıcı arayüzlerinin babası, insan-bilgisayar etkileşiminin ve nesne tabanlı programlamanın da öncüsü kabul edilen bilgisayar bilimleri uzmanı Ivan Sutherland, 1965'te Harvard Üniversitesi'nde bir doçentken, kullanıcıların gerçeklikten ayıramayacağı "The Ultimate Display" (en üst düzey ekran) kavramını tanımlayarak gerçek anlamda günümüz AR ve VR teknolojisinin temellerini attı. Bu konseptte göre bir ekran aracılığıyla görüntülenecek sanal bir dünya, kullanıcılar tarafından gerçekçi bir şekilde algılanacaktı [7]. Bu sanal dünya, bilgisayar yardımıyla yaratılacak ve gerçek zamanlı olarak sürdürülecekti ve kullanıcılar bu sanal dünyadaki nesnelere gerçekçi etkileşimler kurabileceklerdi. 1968 yılında artık Utah Üniversitesi'nde profesör olan Sutherland ve öğrencisi Bob Sproull, dünyanın ilk AR gözlüğünü yarattılar: *Sword of Damocles (Damokles'in Kılıcı)*. Bu yenilikçi cihaz, o zamana kadarki HMD'lerden farklı olarak herhangi bir kameraya bağlı değildi, 3D görüntüyü *The Ultimate Display*'de tanımlandığı şekilde tamamen bilgisayar grafikleriyle oluşturuyordu. Hesaplamaların yapıldığı bilgisayar gibi ağır donanımlar odanın bir ucundayken, ekranlı gözlük tavandan kullanıcıların üzerine çıkacağı platformun üzerine sarkıtılıyordu. Adını da kullanıcının tepesinde Damokles'in kılıcı gibi sallanan gözlük parçasından alıyordu. Bilgisayar ile üretilen basit geometrik nesnelerin dış hat grafikleri, gözlüğün ekranlarında gerçek görüntünün üzerine yansıyor ve dünyanın ilk artırılmış gerçeklik deneyimini oluşturuyordu [8]. Bu yönüyle *Sword of Damocles* esasen bir AR gözlüğü olsa da kavramsal ve donanımsal yaklaşımlarıyla VR gözlüklerinin de atası kabul edilmektedir. Ivan Sutherland ise bunu 2015'te olağanüstü bir tevazuuyla şöyle açıklayacaktı: "Sanal gerçekliğe naçizane katkı, bir kameraya ihtiyacımız olmadığına farkına varmaktı. Bunun yerine bir bilgisayar kullanabildik. Tabii ki o günlerde hiçbir bilgisayar bunu yapabilecek kadar güçlü değildi" [9].

Geçen yıllara ve gelişmekte olan donanımlara rağmen 1980'lerde henüz bu bilgisayar üretilen ortam benzetimlerinin deneyimlenmesi alanıyla ilgili terminolojik bir fikir birliği yoktu. Video oyun yazılım ve donanım firması Atari'den ayrılarak kurdukları VPL Research firmasında sanal dünyalar için geliştirme yapan Jaron Lanier, 1987'de *virtual reality* adını ortaya atarak buna bir son verdi [10]. VPL Research de *EyePhone* adlı HMD, *DataSuit* adlı hareket izleme giysisi ve *DataGlove* adlı kumanda eldiveniyle, adını koydukları sanal gerçeklik için ürünler geliştirmeye devam ettiler.

Artık sanal gerçeklik olarak tanımlanan bu teknolojiler, 90'lı yıllardan 2000'lere kadar teknoloji geliştiren firmaların yanı sıra, bilimkurgu yazarlarının, manga ve çizgi roman sanatçıların ve sinema endüstrisinin ilgisini de çekmeye devam etti. *Virtuality*, *Sega VR* ve *Nintendo Virtual Boy* gibi video oyunu endüstrisinde son kullanıcıya yönelik birtakım VR gözlükleri çıktıysa da ticari olarak pek başarılı olamadılar. Sanal ortamlarda deneyim için gözlüklere alternatif olarak *CAVE (Cave Automatic Virtual Environment)* gibi fiziksel çözümler ağırlıklı olarak tercih edildi. VR gözlükleri ise askerî araştırmalar, tıp ve uzay araştırmaları gibi yüksek AR-GE bütçesine sahip alanlarda geliştirilmeye devam edildi. Bu nedenle 2000-2010 arası dönem, endüstride "VR kıışı" olarak anılmaktadır [11].

2012 Sonrası: VR'ın Yükselişi

VR kıışından VR baharının gelişini haber veren filizler görülmeye başlandı. Artık son kullanıcıya yönelik (yani ucuz) oyun bilgisayar donanımları, fotoğraf gerçekçiliğine yakın bilgisayar grafikleri üretebiliyordu. Bilgisayarların merkezi işlemci ve grafik işlemci güçleri artmış, işlemciler de küçülmüştü. Akıllı telefonlar sayesinde küçük boyutlu ve yüksek çözünürlüklü LCD ekranlar geliştirilmişti ve imvedöçerler roketlerden cep telefonlarına inmişti. Tüm bu bileşenlerle, düşük maliyetli ve yüksek performanslı bir VR gözlüğü üretmek mümkündü.

1992 doğumlu bir genç olan Palmer Luckey'nin sanal gerçeklik ve HMD'lere karşı büyük bir tutkusu vardı. Güney Kaliforniya Üniversitesi Yaratıcı Teknolojiler Enstitüsü öğrencisi Luckey, 2009 yılında ailesinin garajında kendi HMD'lerini geliştirmeye başladı ve 2010'da ilk çalışan prototipi üretti. 2012'ye geldiğinde 6. nesil prototipi "*Oculus Rift*" koduyla üretmişti. Bu prototipi hem ekonomik hem de mevcut cihazlardan daha etkin bir çözüm olarak, kitle fonlama web sitesi Kickstarter'da satın alanların parçaları bir araya getirilerek kurabileceği bir kit hâlinde 300 \$ fiyat



İTÜNOVA işbirliğiyle Oğuz Orkun Doma ve Sinan Mert Şener'in proje yönetiminde geliştirilen *Black Diamond VR*, yeraltı kömür madeni işçilerinin madene girmeden önce eğitilmesi için kullanılan bir VR eğitim uygulamasıdır. © 2019 Akstek A.Ş.

Akıllı cep telefonlarının, bilişim sistemleri ve dijital veriyle etkileşim kurma biçimlerimize getirdiği değişimin bir benzerini sanal, artırılmış ve karma gerçeklik teknolojilerinin de getirmesi hiç de uzak bir öngörü değil. Çünkü bu teknolojilerin pek çoğu zaten hâlihazırda kullanılıyor ve gün geçtikçe geliştirilmeye devam ediliyor.

etiketiyle satışa sunmak üzere kampanya hazırlığı yapıyordu [12]. Luckey bir web forumunda diğer geliştiricilerle bu fikirlerini paylaşırken, John Carmack'ın dikkatini çekti. *Wolfenstein 3D (1992)*, *Doom (1993)* ve *Quake (1996)* gibi video oyunu ve oyun motorları alanında devrim yapan oyunların baş programcısı ve bu oyunları geliştiren id Software'in kurucusu olan Carmack, VR gözlükleriyle ilgili araştırma yaparken Luckey'in gönderilerine rastladı ve ilk prototiplerden birini denemek istedi.

John Carmack 2012 yılının Haziran ayında, E3 Elektronik Eğlence Fuarı'na, bu prototip ve onunla çalışacak şekilde programladığı bir *Doom 3* demosuyla katıldı. *Doom 3*'ün 2012'de çıkacak remaster versiyonunun VR desteği olacağını açıkladı. Video oyun endüstrisinin öncü isimlerinden Carmack'ten gelen bu haber büyük heyecan yarattı. Demoyu deneyenler de *Doom 3*'ü oynarken içindeymiş gibi yaşadıklarını söylediler [13]. Temmuz 2012'de *Rift* ve diğer VR teknolojilerini geliştirmek üzere Oculus VR firması kuruldu. E3'ün rüzgârını arkasına alan *Oculus Rift* prototipi, Ağustos 2012'de başlayan Kickstarter kampanyasında 2,4 milyon dolar destek aldı [14]. John Carmack ise 2013 yılında kurucusu

olduğu id Software'den ayrılarak Oculus VR firmasının tam zamanlı CTO'su oldu.

Mart 2014'te Facebook'un kurucusu Mark Zuckerberg, yeni adıyla Oculus firmasını 2 milyar dolarlık bir anlaşmayla Facebook bünyesine kattıklarını açıkladı [15]. E3 fuarında duyurulması ve ilgi gösteren kitle nedeniyle başta bir video oyunu donanımı gibi algılanan Oculus'un, sosyal medya ve mobil oyun pazarında yer alan Facebook tarafından satın alınması şaşkınlık yarattıysa da Mark Zuckerberg sanal gerçeklikle ilgili vizyonlarını şöyle açıkladı: "Mobil bugünün platformu, ama biz geleceğin platformları için de hazırlanıyoruz. Oculus, şimdiye kadarki en sosyal platformu oluşturarak, çalışma, oynama ve iletişim şeklimizi tamamen değiştirme şansına sahip [15]." Oculus, aynı yıl Samsung ile *Gear VR* adlı ürünü geliştirmek üzere işbirliği anlaşması açıkladı [16]. Mart 2015'te dünyanın en büyük video oyunu dijital satış platformu Steam'in sahibi ve *Half-Life*, *Portal*, *DOTA* gibi popüler oyunların geliştiricisi Valve, HTC ile birlikte *HTC Vive* adlı bir VR sistemi geliştirdiklerini açıkladı [17].

Çeşitli geliştirici sürümlerinden sonra Mart 2016'da *Oculus Rift Consumer Version 1* ve Nisan 2016'da *HTC Vive* piyasaya çıktı. Bu gözlükler, yüksek grafik işlemcilerle sahip bilgisayarlarla çalışabiliyordu. Onları Ekim 2016'da Sony'nin *PlayStation 4* platformunda çalışacak şekilde tasarlanan *PlayStation VR* adlı gözlük izledi. Diğer üreticiler de VR gözlükleri üreteceklerini duyurdular. 2018 yılında dâhilî mobil işlemcisi olan ve bilgisayar ya da cep telefonuna bağlanmadan çalışan bağımsız VR gözlükleri piyasaya çıktı.

2020'ye geldiğimizde, bilgisayara bağlı olanlarla henüz yarışmasa da bağımsız VR gözlüklerinin ilk nesillerden daha iyi grafiklere ve kumandalara sahip oldukla-



Çanakkale Şehitleri Anıtı (sol) ve Seyit Onbaşı Destanı (sağ)
İTÜNOVA işbirliğiyle Oğuz Orkun Doma ve Sinan Mert Şener danışmanlığında geliştirilen *Zamanda Yolculuk VR* uygulaması ile kültürel eser ve tarihi olaylar sanal ortamda deneyimlenebilmektedir. © 2018 Crytek İstanbul.

rını görüyoruz. Yeni nesil gözlüklerde ekranların çözünürlüğü artmaya, kablolar azalmaya, sensörler gözlük gövdesine dâhil edilmeye başlandı. Ön yüzlerindeki stereoskopik kameralarla AR desteği de sağlayan çözümler de mevcut. Hibrit olarak hem bilgisayara bağlı hem de bağımsız çalışabilen yeni gözlük modelleri duyuruluyor. Kablosuz veri transferiyle bant genişliği ve sinyal alanı el verdiği sürece, harici bir işlemciye bağlı gözlükler de kablosuz olarak sunulabiliyor. VR alanında artık her geçen gün heyecan verici yeni gelişmeler yaşanıyor, donanım tarafında da Oculus ile HTC Vive artı sektörün tek oyuncuları değil.

Sanal gerçeklik, elverişli ya da mümkün olmayan şeylerin gerçekmiş gibi deneyimlenebilmesi için kullanıldığında faydalı bir teknolojidir. Alelade olanın sanal gerçekliği ilgi çekici değildir, çünkü alelâdenin gerçeğine de kolaylıkla ulaşılabilir. Bu bağlamda karma gerçeklik teknolojileri oyun, eğlence, tasarım, mimari, askerî, teknik eğitim, akademik eğitim, sağlık, spor, kültür, turizm, ticaret, sosyal aktiviteler, etkinlik ve medya gibi pek çok alanda kullanıcıyı salt izleyici olmaktan çıkarıp sanal ortamı yaşayan ve sarmalayıcı şekilde deneyimleyen bir

Bulut bilişim ile yanınızda fiziksel bir cihaz taşımadan, istediğiniz her yerden sadece telefonunuza değil, iş istasyonunuzun işlemci kapasitesine ulaşabileceksiniz. Tüm mailerinizi, bütün web, izlediğiniz videolar, oynadığınız oyunlar, kullandığınız bütün yazılımlar ve dijital veriler istediğiniz anda gözünüzün önünde.

özne haline getiren, bir araç ve ortam olarak kullanılmaya başlanmıştır. Örneğin tasarım aşamasında hem zihinde kurulan tasarımların geliştirilmeye devam edilebilmesi için dışsallaştırılmasına, hem de olgunlaşan tasarımların diğer bireylere aktarılabilmesi için görselleştirilmesine ihtiyaç vardır. VR bu iki alanda da tasarımcıların ve tüketicilerin işini kolaylaştırmaktadır. VR ortamında hazırlanan teknik eğitimlerle, kullanıcılar temel talimatlardan gerçekleşmesi veya tekrarlanması güç vaka örneklerine kadar pek çok senaryoyu güvenli bir ortamda etkileşimli olarak deneyimleyerek öğrenebilirler. VR, getirdiği sıradışı etkileşim olanakları sayesinde gö-

rerak, deneyimleyerek ve oyunlaştırarak kalıcı öğrenme sağlama potansiyellerine sahiptir. Gerçekleşmesi mümkün olmayan deneyimleri de mümkün kılabilir. VR ile geçmiş zamanların ya da görülmemiş evrenlerin benzetimi yaratılabilmekte, beyin-bilgisayar arayüzleri aracılığıyla fiziksel dünyada mümkün olmayan etkileşimler (örneğin telekinezi) sanal dünyada mümkün kılınabilmektedir [18].

AR ve VR'ın Geleceği

AR ve VR'ın en büyük handikaplarından biri, donanımların büyük ve hantal olmasıdır. Bağımsız çalışan gözlükler bu sorunu bir seviyeye kadar azaltabiliyor. Bulut bilişim ile yüksek performanslı bilgisayarlara kabloyla bağlı olma zorunluluğumuz ortadan kalkıyor. Yakında sadece gözlük taşımak yeterli olabilecek.

VR'ın bir başka handikapı da görsel algı oluşturmak için gözümüzün 5 santimetre önüne minik ekranlar yerleştirmeyi deniyor olmasıdır. Gelişen insan-bilgisayar etkileşimi teknolojileri bunu kontakt lenslerle ya da beynin görme merkezine yapılacak etik açıdan tartışmalı nörolojik implant müdahaleleriyle çözmeye çalışsa da mevcut çalışmalar henüz emekleme aşamasındadır.



Yakın gelecekte kırıcı lensler yerine holografik optik teknolojisi kullanılarak VR gözlüklerinin boyutlarının küçültülmesi beklenmektedir. © 2020 Facebook Reality Labs.



Sanal gerçeklik muhtemelen ölümsüzlüğün anahtarını bulmamıza yardımcı olmayacak, ama bizden önce gelenlerin *lapis philosophorum* arayışı nasıl modern kimyanın temellerini attıysa, bizim sanal dünyalar ve gerçekliğin doğası üzerine arayışlarımız da gelecek nesillerin yolunu pozitif bilimle aydınlatacak.

Yakın geçmişte akıllı telefonlar ve tabletler, taşınabilir olma avantajları sayesinde görece daha düşük işlemci güçlerine rağmen masaüstü ve dizüstü bilgisayarlara olan bağımlılığımızı azalttılar. Dijital dünya ile en sık muhatap olduğumuz arayüz artık bu mobil cihazlar. Fiziksel dünyada da gazete, yazışma, broşür gibi alanlarda sarf malzemelerine olan ihtiyacımızı da ciddi oranda azalttıkları bir gerçek. Yakın gelecekte AR ve VR teknolojileri, bulut bilişim ve 5G gibi yüksek hızlı bağlantılar sayesinde ile telefonlara da bağımlılığımızın azaldığını, yalnızca bir gözlüğün hem dijital dünya ile yeni arayüzümüz hâline geldiğini, hem de fiziksel malzemelerin birçoğunun yerine geçtiğini düşünün. Bulut bilişim ile yanınızda fiziksel bir cihaz taşımadan, istediğiniz her yerden sadece telefonunuza değil, iş istasyonunuzun işlemci kapasitesine ulaşabileceksiniz Tüm mailleriniz, bütün web, izlediğiniz videolar, oynadığınız oyunlar, kullandığınız bütün yazılımlar ve dijital veriler istediğiniz anda gözünüzün önünde. Artık sadece basılı kağıtlara değil, ekranlara da ihtiyacımız yok. Görüş alanınızın istediğiniz kadarını kaplayabilecek bir ekran oluşturup, üye olduğunuz tüm bulut hizmetlerine ulaşabilmek varken, TV için ayrı, bilgisayar için ayrı, mobil cihazlar için ayrı işlemci ve ekran donanımları harcamaya gerek var mı? Üstelik dijital varlıklarla etkileşiminiz de doğal hâllerine daha yakın olabiliyor. Pek çoğumuz basılı metin okuma deneyimini bilgisayar ekranı karşısında oturup okumaya tercih ederken, tabletler hareket özgürlüğü, geniş ekranları ve dokunmatik etkileşimleriyle dijital metinleri okumayı daha katlanılır kılmıştı. AR ile dijital kitapları dokunup hisseder ve sayfalarını çevirir hâle geldiğimizde bu deneyim çok daha keyifli bir hâl alacak. Online alışverişin düzlemsel sayfaları kaydırıp resimlere tıklayarak değil, VR ortamında gerçek raflar arasında dolaşıp ürünlere dokunarak yapıldığı bir gelecek artık uzak değil. AR ve VR sayesinde di-



İTÜNOVA işbirliğiyle Oğuz Orkun Doma ve Sinan Mert Şener danışmanlığında geliştirilen VR ortamında kentsel üstü yapı mimari görselleştirme uygulaması. © 2017 Crytek İstanbul.

jital dünyada bu tür etkileşimlerin indirgenmiş hâllerini değil, artırılmış hâllerini deneyimleyebileceğiz.

Gelelim uzun vadeye. Geliştirme ilhamını felsefe, fantastik kurgu ve bilimkurgudan aldığımız sanal gerçekliğin geleceğine baktığımızda bu ilham kaynaklarını tekrar ziyaret etmeden olmaz. Henüz Sutherland'in tanımladığı *The Ultimate Display* vizyonuna erişmiş değiliz: "Burası maddenin varlığının bilgisayar tarafından kontrol edildiği bir odadır. Bu odada görüntülenen bir koltuğa oturulabilir, bu odada görüntülenen kelepçeler hapseder ve bu odadaki kurşun ölümcüldür. [7]" Böylesi tamamen sarmalayıcı ve gerçekten ayırt edilemeyen bir VR deneyimi gerçekten mümkün olabilir mi? (Ya da olmalı mı? Belki de mümkün olsaydı Cronenberg'in *eXistenZ* (1999) filmindeki gibi yıkıcı sonuçları olurdu.) Bugünkü bilgisayar grafikleri görsel olarak belli bir seviyede inandırıcı olsalar da tam anlamıyla gerçekçi bir deneyim için görselleri poligon tabanlı geometrilerle taklit etmek yerine maddeyi simüle etmemiz gerekebilir. Eğer bunu yapabilecek teknolojik gücümüz olsaydı, fiziksel bedenlerimizi bilgisayar simülasyonlarıyla kandırmaya çalışmak yerine, bilincimizi ve bedenlerimizi de simüle gerçekliğe aktarabilirdik. Bunu yapabilen ve Kardeşev ölçeğinde⁶ ikinci tip seviyeye ulaşmış bir uygarlık olsaydı, bu simüle gerçekliği çalıştıran süper bilgisayarı Güneş'imizin etrafında kurduğumuz bir Dyson küresinden⁷ elde ettiğimiz güçle besler ve sonsuza (yani yıldız sönene) kadar o simüle gerçeklikte yaşayabilirdik. Esasında sanal gerçeklik muhtemelen ölümsüzlüğün anahtarını bulmamıza yardımcı olmayacak, ama bizden önce gelenlerin *lapis philosophorum* arayışı nasıl modern kimyanın temellerini attıysa, bizim sanal dünyalar ve gerçekliğin doğası üzerine arayışlarımız da gelecek nesillerin yolunu pozitif bilimle aydınlatacak.

Kaynaklar

- [1] P. Milgram and F. Kishino, "A taxonomy of mixed reality visual displays," *IEICE Transactions on Information and Systems*, Vols. EE77-D, no. 12, pp. 1321-1329, 1994.
- [2] Plato and A. Bloom, *The Republic*, New York: Basic Books, 1968.
- [3] S. G. Weinbaum, "Pygmalion's Spectacles," *Wonder Stories*, pp. 28-39, June 1935.
- [4] M. L. Heilig, "Sensorama simulator". US Patent US3050870A, 28 August 1962.
- [5] M. L. Heilig, "Stereoscopic-television apparatus for individual use". US Patent US2955156A, 4 October 1960.
- [6] J. S. Brian and C. P. Comeau, "Headsight Television System Provides Remote Surveillance," *Electronics*, pp. 86-90, November 1961.
- [7] I. E. Sutherland, "The Ultimate Display," in *The Congress of the International Federation of Information Processing (IFIP)*, 1965.
- [8] I. E. Sutherland, "A Head-Mounted Three Dimensional Display," in *Proceedings of the 1968 Fall Joint Computer Conference AFIPS*, Washington, D.C., 1968.

⁶ *Kardeşev ölçeği*: Evrendeki medeniyetlerin teknolojik gelişmişlik seviyesini, kullanabildikleri enerji miktarıyla ölçen kuramsal bir ölçek. Birinci tip medeniyetler kendi gezegenlerindeki tüm enerjiiyi, ikinci tip medeniyetler kendi güneş sistemlerindeki, üçüncü tip medeniyetler ise tüm evrendeki enerjiiyi düşük kayıpla kullanabilen teknolojiye sahip olarak tanımlanır.
⁷ *Dyson küresi*: Bir yıldızın çevresini tamamen kaplayarak yıldızın devasa bir nükleer reaktör gibi kullanıp enerjisini emmeyi sağlayan kuramsal bir megayapıdır.



VR Sözlüğü

Sanal gerçeklik teknolojilerinden bahsedilirken sıklıkla karşımıza çıkan bazı kavramlar, İngilizce karşılıkları ve açıklamalarıyla aşağıda verilmiştir.

DoF | Serbestlik Derecesi (Degrees of Freedom)

Başınızın VR ortamında kaç eksen- de hareket serbestliğine sahip olduğunun ölçüsüdür. İçine cep telefonu takılan stereoskop mantığıyla çalışan VR gözlükleri üç serbestlik derecesine sahiptir (3-DoF) ve sadece dönme hareketleri yapılabilir: Başınızı aşağı-yukarı, sağa-sola çevirebilir ve sağa-sola eğebilirsiniz. Altı serbestlik derecesine sahip (6-DoF) VR gözlüklerinde ise bu dönme hareketlerine ek olarak doğrusal hareketler de mümkündür: Başınızı ileri-geri, sağa-sola ve yukarı-aşağı öteleyebilirsiniz. 3-DoF yalnızca düzlemsel hareket imkânı sağlarken, 6-DoF uzaysal içindir hissi yaratır.

Gecikme | Latency

VR gözlükleriyle hareket ettiğinizde, tüm görsel içerik yer ve açı değiştirmenize göre yeniden hesaplanarak gözlüğün ekranına yansıtılır. Hareketiniz ve hareket izleme verisine göre yeniden oluşturulan bu görüntünün ekrana yansıtılması arasında geçen süreye gecikme denir. 10 milisaniyenin üzerinde gecikme, hareket tutmasına neden olabilmektedir.

Hareket izleme (hareket takibi) | *Motion tracking*

Bedeninizin VR ortamındaki temsili- nin oluşturulabilmesi için, uzuvlarınız izlenerek uzamsal hareketleri sanal uzaydaki ilgili temsil geometrilerine yansıtılır. Güncel sistemlerin çoğunda VR gözlükleri ile kafa, kumandalar ile eller izlenmektedir. Yalnızca kafa ve el hareketlerinin izlendiği sistemlerde, sanal ortamlardaki temsiller gövdesiz kafa ve ellerden oluşabilir. Ya da özel tersine-devinim algoritmaları ile kafa ve el pozisyonunuzdan yola çıkılarak dirsek, gövde ve bacak konumları tahmini olarak hesaplanabilir. Birtakım özel giysi ya da ek takip cihazları ile tüm uzuvların takibi de mümkündür.

Hareket tutması | Motion sickness

Araba ya da deniz tutmasına benzer şekilde, iç kulak ivmeli hareket algılamazken gözlerin hareketli görüntü görmesi arasındaki tutarsızlık sonucunda, beynin halüsinogen bir gıdayla zehirlendiğini düşünerek kusma dürtüsü uyandırması, kinetosis. Yüksek gecikme, görüntü netliğinde bozulmalar ve iyi optimize edilmemiş kamera hareketleri, VR'da hareket tutmasına yol açabilmektedir.

Kare hızı | Framerate

Sinema filmlerinde bir saniyede kaç kare görüntünün geçtiğini ifade eden bu terim, 3D bilgisayar grafikleri tarafından da benimsenmiştir. Sinema endüstrisinde insan gözünün rahatsız olmayacağı kare hızı yaklaşık olarak 24 FPS (frames per second, saniyede kare) olarak belirlenmiştir. Bazı modern sinema teknolojileri, dijital videolar ve video oyunu endüstrisi ise, konforlu kare hızı olarak 60 FPS'i benimser. VR deneyimlerinde hareket tutması yaratmaması için ortalama 90 FPS ve stabil kare hızı hedeflenir.

Sarmalama | Immersion

Fiziksel olarak sanal dünyada bulunma algısına sarmalama denir. Bulunma (presence) ile eş anlamlı olarak kullanılabilir. Tamamen sarmalayıcı (fully immersive) VR uygulamalarının amacı, kullanıcının donanımlar tarafından dikkati dağılmadan, indirgeyici kumanda ve etkileşim şemaları olmaksızın, bedenen birebir temsil edildiği ve sanal ortamda fiziksel olarak bulunduğu ikna olduğu olabildiğince gerçekçi bir deneyim sağlamaktır.

VR gözlüğü | VR headset

VR gözlükleri, kulaklık, işlemci ve ivmeölçer gibi birtakım ek donanımlar da içerdiği için literatürde VR başlık seti olarak geçmektedir. Simülasyon literatüründe başa takılan ekran (head mounted display, HMD) şeklinde daha teknik bir kullanımı da mevcuttur.

- [9] A. Robertson, "An 'ethereal cube' from the 1960s is the reason the Oculus Rift exists," 8 October 2015. [Online]. Available: <https://www.theverge.com/2015/10/8/9479129/ivan-sutherland-proto-awards-virtual-reality-speech>.
- [10] J. Lanier, Dawn of the New Everything: A Journey Through Virtual Reality, London: Bodley Head, 2017.
- [11] J. Jerald, The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality, Morgan & Claypool, 2015.
- [12] P. Luckey, "Oculus 'Rift' : An open-source HMD for Kickstarter," Meant to be Seen Forum, 12 April 2012. [Online]. Available: <https://www.mtbs3d.com/phpbb/viewtopic.php?f=140&t=14777>.
- [13] C. Wilde and R. McCaffery, "IGN Reacts - John Carmack Makes Virtual Reality Actually Cool - E3 2012," IGN, 7 June 2012. [Online]. Available: <https://www.ign.com/videos/2012/06/06/ign-reacts-john-carmack-makes-virtual-reality-actually-cool-with-new-head-tracking-device-e3-2012>.
- [14] Oculus, "Oculus Rift: Step Into the Game," Kickstarter, 1 September 2012. [Online]. Available: <https://www.kickstarter.com/projects/1523379957/oculus-rift-step-into-the-game>.
- [15] Facebook, "Facebook to Acquire Oculus," Facebook, 25 March 2012. [Online]. Available: <https://about.fb.com/news/2014/03/facebook-to-acquire-oculus/>.
- [16] Oculus, "Introducing the Samsung Gear VR Innovator Edition," Oculus, 3 September 2014. [Online]. Available: <https://www.oculus.com/blog/introducing-the-samsung-gear-vr-innovator-edition/>.
- [17] HTC, "HTC and Valve Partner To Make Virtual Reality Dream Come True," HTC, 01 March 2015. [Online]. Available: <https://www.htc.com/us/newsroom/2015-03-01-3/>.
- [18] O. O. Doma, "EEG as an Input for Virtual Reality," in Encyclopedia of Computer Graphics and Games, N. Lee, Ed., Springer, 2018.
- [19] T. G. Zimmerman, J. Lanier, C. Blanchard, S. Bryson and Y. Harvill, "A hand gesture interface device," ACM SIGCHI Bulletin, pp. 189-192, May 1986.